



Comprehensive Evaluation of the Introduction of Integrated Biomass Energy Utilization System and Optimal Environmental Policies with Simulation Modeling Approach: A Case Study of Jilin Province, China

著者	宋 俊年
発行年	2016
その他のタイトル	中国吉林省における統合バイオマス利用システムと最適環境政策の導入のモデルシミュレーションによる総合評価
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2015
報告番号	12102甲第7789号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00143493

氏名	宋 俊年
学位の種類	博 士 (環 境 学)
学位記番号	博 甲 第 7789 号
学位授与年月日	平成 28年 3月 25日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	生命環境科学研究科

学位論文題目 Comprehensive Evaluation of the Introduction of Integrated Biomass Energy Utilization System and Optimal Environmental Policies with Simulation Modeling Approach: A Case Study of Jilin Province, China
(中国吉林省における統合バイオマス利用システムと最適環境政策の導入のモデルシミュレーションによる総合評価)

主査	筑波大学教授	学術博士	氷 鮑 揚 四 郎
副査	筑波大学教授	博士 (農 学)	張 振 亜
副査	筑波大学准教授	博士 (工 学)	ヤバール・ヘルムート
副査	筑波大学准教授	博士 (学 術)	水野谷 剛

論 文 の 要 旨

本研究は、(1)バイオマス資源の調達；(2)供給；(3)エネルギー変換；および(4)エネルギー利用の4つのサブシステムからなる総合的なバイオマスエネルギー利活用モデルを構築し、これをエネルギー、環境および社会経済の相互作用を記述する双対型の動学的拡大産業連関モデルに組み込み、様々なバイオマスエネルギーの高度利用技術や二酸化炭素排出税、バイオマスエネルギー生産補助金などの環境政策を総合的に評価し、行政区毎に最適なバイオマスエネルギー利活用システムとその時の税率・補助金額を明らかにし、その効果を分析したものである。本論文は、全6章で構成される。第1章は序論であり、研究の背景、先行研究のサーベイ、研究目的とその意義についてまとめている。石炭を中心とする化石系燃料に過度に依存する中国は、今後再生可能エネルギーへの転換を図る必要がある。中国吉林省はエネルギーの域外依存率が高いが、その利用により多面的な効果を期待できるバイオマス資源としての未利用農業残渣や畜産廃棄物が豊富に存在し、さらに風力発電、太陽光発電等の再生可能エネルギーのポテンシャルも高い。本研究は、吉林省政府が掲げる再生可能エネルギー利用率を2020年までに10.06%に増加する方策について様々な視点から分析し、提言する。第3章では、吉林省のバイオマス資源および同利活用技術の潜在的有効性を評価するシステムモデルについて述べている。4章は、5章のための準備の章であり、バイオマス資源賦存量の推定および直接燃焼発電 (BT1)、ガス化発電 (BT2)、ペレット発電 (BT3)、大規模ガス化+集中供給 (BT4)、バイオエタノール生産 (BT5) のバイオマスエネルギー生産技術の潜在的優位性を評価するためのシミュレーション分析モデルの定式化と結果の分析である。2011年を基準年として2025年までの動学シミュレーションを行い、2025年の利用可能な農業残渣は55百万tで、その内80%がトウモロコシの残渣 (茎の部分) であること、再生可能エネルギーの生産が経済活動の中に各技術毎に産業として組み込まれていると想定した場合、農業残渣の再生可能エネルギー生産への

投入率は、2011 年 8.6%から 2025 年の 41.1%に上昇すること、BT1 による農業残渣の利用率は 60%以上であるが、2025 年まで趨勢は減少傾向であること、替わって BT3 が 2011 年の 15.8%から 2025 年の 21.9%に増加すること、等を明らかにした。第 5 章は、バイオマス資源エネルギー利用システム総合評価のためのシミュレーションモデルの定式化とシミュレーション結果の分析である。社会経済は(i)通常産業、(ii)既存エネルギー産業、(iii)政府、(iv)家計、(v)再生可能エネルギーの 5 部門に分割され、再生可能エネルギー部門は B1 から B5 までの新技術に対応している。ここでは、温室効果ガス (GHG) 排出量が明示的に制御され、また最適な炭素税率等が内生的に導出される。農業残渣の利活用はポテンシャルが高く、2025 年までに 55 百万トンの農業残渣のうち 41%がエネルギー利用可能であり、これは標準炭換算で約 8 百万トンであり一次エネルギーの 1.7%を占める。その結果、農業残渣のみの発電、固形燃料、合成ガスおよびバイオエタノール利用により、GHG を 10%前後削減可能である。また、農業残渣に加えて畜産廃棄物、森林資源等を総合的に利活用することで 2025 年までに一次エネルギーの 8.2%を供給し、自給率を 78%に増加し、年平均で地域総生産額 (GRP) 成長率 8%を維持しながら、GHG を 30%削減すること。その時の最適な二酸化炭素排出税率は 6.5 元/CO₂-e であること、等の有益な結果を示した。第 6 章は結論と今後の課題について述べている。

審 査 の 要 旨

吉林省は重工業基地として、また穀倉地帯として中国東北地方の重要な州である。エネルギー資源が乏しいため自給率は 57.7%と低く、一次エネルギーの 77.6%は二酸化炭素排出効率の悪い石炭に依存している (数値は 2010 年の値)。第 12 次 5 カ年計画では、2010 年から 2015 年までの間にバイオマスエネルギーの比率を 0.5%から 3.7%に増加し、GRP 当たり GHG 排出量 (≡GHG 排出強度) を 2010 年と比較して 17%削減することが目標となっている。この意味で、本研究は時宜を得たものであり、有益で示唆に富む結果が得られている。

研究課題の背景の分析、先行研究のサーベイは適切になされており、モデルの構造式の設定、用いたデータやパラメータの推定も適切になされており、事後シミュレーションや感度分析による当該モデルの妥当性の検証も適切になされている。吉林省を対象として利用可能なすべてのバイオマス資源の賦存量を推定し、GHG 排出削減手段の一つとして、現在利用可能な様々な新技術の潜在力を総合的に評価した研究は見当たらない。研究成果は、四編の国際誌に掲載され、学会からも高い評価を得ている。

平成28年1月21日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (環境学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。